中　國　昆　蟲　學　報
第一卷　第四期　379——401頁　1951年6月

武功棕色金龜子之研究[1]

吳達璋[2]　薛紹暄[3]

一、前　　言

金龜子在武功一帶發生者，種類頗多，據筆者調查，發生普遍而爲害較烈者，計有四種。一爲棕色金龜子 *Rhizotrogus* (*Amphimallus*)sp.；二爲醬色金龜子 *Holotrichia diomphalia* Bates；三爲黑色金龜子 *Trematodes tenebrioides* Pall.，本種爲害梨樹葉最烈；四爲鵝絨色金龜子 *Maladera* (*Aserica*) *orientalis* Mots. 本種體型最小，爲害榆樹甚烈。以上四種，舉凡林木、果樹及農作物，均受其害，猖獗及爲害情形，因種類及氣候而不同。如 1929 及 1931 年，陝省大旱，穀物枯死，金龜子亦幾行絕跡；又 1943 至 45 年，因氣候適宜大形猖獗，可見氣候對此蟲有直接影響。

武功頭道原拔海 503 公尺，三道原濱依渭河，二道原介二者之間；土壤性質，含水分 2.02%—1.50%，粗砂 0.85%—0.74%，細砂 13.16%—6.30%，植土 43.85%—44.30%，粘土 49.38%—41.70%，酸度(pH 値) 7.9—9.8，爲優良之粘壤土[4]，既適於作物之生長，亦適於金龜子之生活，此蟲因幼蟲匿食土中，成蟲夜出爲害，一般農民，極少注意，本文所述之棕色金龜子，在上述四種中發生較多，經濟價値亦較爲重要。

棕色金龜子屬鞘翅目 Coleoptera，雜食亞目 Polyphaga，鰓葉（或櫛角）主科 Lamellicornia，金龜子科 Scarabaeidae，Melolonthinae 亞科，其學名承英國博物館昆蟲部(British Museum of Natural History, Department of Entomology) 之 G. J. Arrow 氏鑑定爲 *Rhizotrogus* sp.

此蟲俗名，武功農民稱成蟲爲金牛，幼蟲爲土蠶子，在武功、寶鷄發生極爲普遍，他如三原、涇陽及河南之信陽與內鄉一帶，均有發生。

---

1. 本文係 1945—1947 年，在陝西武功前西北農學院進行，原論文前曾在中華昆蟲學會宣讀，未曾發表。本研究進行中，據當時鄒鍾琳代理院長時賜指導，特此誌謝！

2. 3. 前西北農學院植物病蟲害系教授及助教。

4. 見王子芳著‘本校試驗場土壤之初步研究’西北農林，1936 年 7 月 10 日。

二、飼育方法及器具

此項研究工作,係於1945年2月初開始,其時金龜子之越冬成蟲,尚未出土活動,乃從事此蟲發生地之考查。至林地、果園、草地、麥田及菜地等,於一定面積內,調查成蟲之密度,並將採集之成蟲,帶回至室內與室外分別飼育,詳察其活動、交尾、產卵等習性。並以所產之卵,作爲此蟲研究之始點、飼育與觀察,室內室外,同時並進,藉資比較。玆將飼育方法與器具,分述如下:

(一)室內 室內飼育,用特製之瓦罐,罐高5寸,上下底口之直徑爲6寸,蓋面下凹,呈盤狀,先將新製瓦罐,浸水半日,再行盛土,另用高1尺,長11寸,闊8寸之長方形蟲籠,一面爲玻璃,一面爲木版,其他兩側面,均爲鐵紗,籠底有活動之鐵盤,可以盛土,成蟲即分別飼育於瓦罐及蟲籠中,分別飼以月季花葉及榆樹葉。產卵後,即將卵另置於他罐,至卵孵化後,在幼蟲期間,專飼以菊芋(俗名洋薑 *Helianthus tuberosus* L.),置之土中,罐中之土,於必要時,隨時更換之,於飼育卵及幼蟲期間,如天氣過乾,則於蓋面加水,以保持罐中之土濕,同時將罐外,亦用水處理。

(二)室外 室外飼育,以研究目的之不同,計分三種飼育方法。

(1)用高6寸,底口直徑6寸之大型瓦罐,將罐一一埋入土中,罐口與土面齊平,內盛泥土,上加瓦蓋,以便飼育幼蟲之用。

(2)用高3尺3寸,寬1尺8寸之方形大紗籠,罩於土面,內移植榆樹苗一株。另用高1尺10寸,寬1尺之小型紗籠,罩置土面,專備考察成蟲之生活習性,及成蟲食料飼育試驗之用。

(3)挖掘深約3尺3寸之土坑,先在坑底,用瓦4片,各片直立相接,成一口徑6寸之筒形,然後內外壅土;另用瓦4片,直立接上,繼續加之,如是共接六層,築成3尺3寸深之土中飼育器,共築5個,用瓦120片,專備研究成蟲或幼蟲至春冬兩季,在土中上下遷移及化蛹越冬之深度,飼育幼蟲所用之食料,亦爲菊芋,埋入土中,深約5寸,最後將供試之幼蟲或成蟲,置之土表之下,任其取食。土面另蓋草皮一坑,大小與飼育器之口徑相同,至土中菊芋,於來春發芽出土後,隨時剪除其莖葉,至考查時則掘土觀察之。

三、形態概述

(一)卵 卵乳白色,橢圓形,但亦有呈圓錐柱形者(卵之一端較闊),以橢圓形

者爲最多。卵殼表面光滑，無花紋(圖4A.)。卵之大小據測定50個卵之結果，卵之長度由4.5毫米(mm.)至2.8毫米，寬度由2.2毫米至2.0毫米，平均長度爲3.75±0.32毫米，寬度爲2.14±1.17毫米。卵至孵化時，體積膨大(圖4B.)，不論橢圓形或卵形，至膨大後，均略呈圓形。據考查4月22日所產之卵至5月18日孵化時，測量10個卵之結果，卵之長度由4.5至6.0毫米，平均爲5.10±0.44毫米，卵之闊度由3.5至4.0毫米，平均爲3.82±0.18毫米。卵自初產至孵化時，卵色不變，均爲白色。

(二)幼蟲　幼蟲名蠐螬，體軀彎曲，呈C字形，全體呈圓筒狀，略扁。普通行動遲鈍，但遇驚擾時，身軀亦能伸直，迅速爬行。體分13環節，除最後兩腹節外，胸腹背面之體壁，呈隆起凹陷之摺皺。胸部3環節，各生發達之胸足一對，各足等長。基節(coxa)、腿節(femur)、脛節(tibia)、跗節(tarsus)顯明，跗節5節，末端具2爪，各足密佈棕色細毛。腹節10節，第1至第6腹節，背面凹凸之摺皺，大小相若，第7第8兩節稍寬大，至最後兩腹節，特別膨大呈筒形。體壁亦平滑而現銀色之光澤，內藏之黑色泥污均積聚於此，由體皮外，清晰可見。氣孔9對，略呈圓形，棕色，前胸1對，自第1至第8腹節各1對；幼蟲遍體生棕色細毛，尤以背面爲多。幼蟲初孵化後，除口器之大顎稍現黃色外，其他各部爲乳白色。頭部特大，約經1刻鐘後，頭部即現棕褐色。體軀分節顯明，生細毛，體長8.5至10毫米(圖5A.)，取食後，體稍現灰白色，脫皮後6足呈棕黃色，至完全成長後，體長由45至66毫米(圖5B.)，老熟時，體色由乳色稍轉土黃色。在第10腹節腹面之末端三角形區內，密生棕色短毛，並在中央排列成二行作溝狀(圖5C.)。幼蟲頭部頗大，呈棕色，外表全部具堅韌之幾丁質。佔頭部之最大部份者，爲圓突之半球板(hemisphere)，中有隱約可見之中縫及三角區之額片(front)，在三角區之中央下方，有二並立之小凹陷刻點，其前爲一狹幅之上唇基片(clypeus)，其下方爲上唇(labrum)，口器各部均發達，大顎1對，强大似鉗狀，基部及四週邊緣爲黑色，中間爲黃色，適於咀嚼，觸角1對，分11節，着生大顎之旁。

(三)前蛹　幼蟲一俟老熟，即作蛹室(pupal cell)，以備化蛹。至室成後，幼蟲即彎曲其體，蟄伏其中，不食不動，此時體軀約縮小二分之一，體長約35毫米，體色由乳白色變爲土黃色。至變前蛹時，體再縮小，體形略呈直線，體長約30毫米(圖7A.)。

(四)蛹　蛹爲裸蛹(exarate pupa)，蛹之翅、足及觸角與體分離(圖8A.)。蛹

初化時，體色黃白，久後體色土黃。頭部細小，向下稍彎，眼顯明，土黃色，觸角短小。胸足 3 對，以後胸足最長，幾近腹部之末端，中胸足次之，各足跗節 5 節。翅 2 對，前翅狹長，後翅隱藏於前翅下，稍外露，兩翅重疊，由胸部向腹面彎折，前翅長達腹部末端。由腹面觀之，腹部 8 節，第 1—6 腹節，各節狹小隆起而緊接，第 7 第 8 兩腹節寬大。末端具尾刺二枚，刺端黑色。在尾端一節之腹面，有生殖孔，其地位與構造，兩性大不相同，可爲雌雄之區別(圖 8B, 8C.)。蛹體肥碩，體長 23.5 至 25.5 毫米，寬 12.5 至 14.5 毫米(在蛹體最寬處量之)，蛹體背面，有一縱行凸線，自胸至腹端，土黃色，較體色爲深。

(五)**成蟲** 全體棕黃色，頭部黑色，前胸背片(pronotum)寬大隆起，密佈白色圓形刻點，中央有縱行隆起之線狀一條，在背片之兩邊中央，各有一小黑點。中胸着生堅實之鞘翅一對，角質，每一鞘翅狹長呈漿狀，翅長由 14.1 至 16.5 毫米，(最寬處量之)，翅鞘反面，亦着生灰白色細毛，尤以後緣 (anal margin)爲多，每翅具凸出縱行脉 6 條，翅面密佈着生細毛之凹點。後胸具透明之膜質狀翅一對，略呈三角形，具脉紋數條，靜止時，前翅平覆於後翅上，其左右翅相接處，形成背面中央一直線，後翅則摺置於鞘翅下。中胸與後胸，在背面緊接，不易區別，在中胸二前翅之間，有一三角形之小楯片 (scutellum) 及側片，均着生灰白色之絨毛，尤以腹片密被長毛。胸足三對，以後胸足爲最長，中胸足次之，前胸足最短。基節接連於胸部之基節腔 (coxal cavity)，轉節 (trochanter) 細小，略呈三角形，腿節略扁，脛節具齒狀突起，跗節細長，5節，末端生爪一對。前胸足之脛節扁平，具齒狀突起三枚，中胸足後胸足之脛節，略呈圓形，具細刺，其內側末端，各具脛距 (spur) 一對，當中胸足及後胸足之脛節與前翅之前緣中部互相磨擦時，即發生'孜孜'之聲，當飛翔時，因翅之迅速振動，即發出'呼呼'之聲。

腹部計分 8 節，雌雄相同，在背面去翅觀之，第 7 第 8 節之背板 (tergnm) 較他節寬大，第 8 腹節略成三角形，大都露於翅鞘之外，第 7 腹節間亦有露於翅外者。各節之腹板 (sternum)除第 7 第 8 節較大外，餘均大小相若，在第 7 與第 8 腹板之間，爲雌雄生殖器之開口處，內藏幾丁質之性器，雄者伸出體外，呈圓柱形，頂端開口，呈叉狀，全長 8.2 毫米(圖 2B.)，雌性生殖器略呈球狀，在球之兩側，有幾丁質小片 2 枚 (圖 1B.)。在第 6 至第 7 腹節之節間膜 (intersegmental membrane) 甚顯著，在平時收縮，至交尾產卵時，則能助腹端之伸張與下向。腹部具氣孔 6 對，位於第 1 節至第 6 節之側膜間(pleural membrane)。

觸角 11 節，雌雄相同，鞭節 (flagellum) 之末端 3 節向一側扁平伸出，呈鰓葉狀 (lamellate)，靜止時，3 片合閉，活動時 3 片張開，雌體之觸角，均較雄體者爲細小，尤以鰓葉爲顯著。據測量 25 對雌雄成蟲之觸角，全長 4.2 毫米，鰓葉長 1.6 毫米，最寬處爲 0.7 毫米(圖 2C.)，平均雌體之觸角全長 2.8 毫米，鰓葉長 0.7 毫米，最寬處 0.5 毫米(圖 1C.)，雌雄相較，雌蟲之觸角，較雄者約小三分之一以上，此爲區別雌雄最顯著之特徵。至於蟲體形態體色與大小，雌雄似無何差別。體軀之大小，一般言之，則雌體較大，尤以產卵期間爲然，但雄之大於雌者，亦屢見不鮮。據作者測量雌雄成蟲各 50 頭之結果，雄蟲體長爲 21.16±1.83 毫米，雌蟲體長爲 22.90±1.58 毫米。

複眼漆黑色，呈球形突出，在背面觀之，則略呈三角形，口器咀嚼式，小顎鬚 4 節，以末節爲最長，大顎發達而堅實，適於咀嚼。

四、生活習性

(一)卵期

(1)卵之孵化 卵自產出後，經旬日，即開始漸漸膨大。當孵化前，卵殼透明，可見殼內乳白色之幼蟲。其孵化方法，藉體軀伸縮之力，以頭將卵殼之中央呈縱行開裂，然後將頭伸出，再賴身體之蠕動，逐漸出殼，每伸縮數次，即稍休息。計自開始孵化至全體出殼，爲時需 21 分鐘，間亦有達 1 時左右者，出殼後不久，即鑽入土中，孵化時刻，均在上午，孵化百分率甚高，據 1945 年 5 月 17 日至 25 日，作孵化百分率之觀察，孵化率爲 97.38±3.21%，其結果如下表：

表一：卵之孵化百分率

孵化日期	卵數	未孵卵	孵化 %	平均土溫 °C
5 月 17 日	15	1	93.33	25.0
18 日	12	0	100.00	23.7
19 日	25	0	100.00	21.2
21 日	18	0	100.00	19.5
22 日	30	2	93.33	19.8
23 日	22	0	100.00	19.8
25 日	20	1	95.00	20.2
總計	142	4	——	——
平均標準差	——	——	97.38±3.21	——

(2)卵期之長短 據 1935 年在室內觀察 153 個卵之結果，卵期由 24 日至 30

日，平均爲 26.62±1.91 日。

(二)幼蟲期

(1)活動及食料　幼蟲自孵化後，即生活土中，潛伏於植物之根部，長期取食。幼蟲在土中之活動，藉堅實之頭部鑽入土隙，並將頭向上舉，以撥開泥土，繼用胸足翻動土粒，向前爬行。在普通之溫濕下，在土中遷移，並無定向，常視食料之多寡而定。幼蟲潛匿土中，受土溫之影響，每年作兩次之垂直遷移。幼蟲自 5 月中下旬孵化後，多匿食於4—5寸之土中，此時因食料豐富，土溫適宜，甚少活動。至 10 月時，土面溫度漸降，土中溫度漸高，此時幼蟲，即逐漸向土下遷移(至 10 月底，在 5 寸土中，間亦能掘得幼蟲)以備冬眠。至翌春 3—4 月間，土面溫度漸高，土中溫度漸降，此時幼蟲復向上遷移，繼續取食。據作者等於 1946 年 1 月20 日掘出觀察飼育於室外土中飼育器內之越冬幼蟲，其深度爲 1 尺 1 寸至 2 尺 1 寸，又於同年 3 月 26 日在另一飼育器內掘土觀察時，其入土深度，均在 7 寸以上，此時與防治有關，常見烏鴉羣集草地，啄食土中幼蟲。查本院測候所之氣象記載，武功氣溫之升降，每年自 9 月中旬起，氣溫漸降，至明春 3 月初，氣溫漸高，此與金龜子幼蟲在土中之生活情形，亦相吻合(武功每年氣溫以 1 月爲最低，歷年平均在 $-10°$C 左右，參閱武功氣候圖)。

幼蟲生活土中，有自相殘食之習性，如將幼蟲數頭，飼育於同一器內，則自相殘食，尤以成長之幼蟲爲顯著。

此蟲爲草食類(phytophagous)，雜食性，考查其發生地即可明瞭其食性，舉凡林木、果樹、蔬菜、作物及雜草，均爲其食料，惟稍有好惡之分。一年之中，以 3 月至 6 月或 5 月至 9 月，均爲害農林植物，尤以幼蟲生長至第二年之三月至六月時爲害最烈。如作者等在 1945 年春移植之蕃茄苗，被斷根而死者達 50%，在自然界之實際情形，與此蟲之生活史，頗相吻合(參閱生活史圖解)。幼蟲取食樹木時，將根及根幹之埋於地下部份之表皮蝕去(圖 6B.)，如取食塊根，則嚙食成孔(圖 6A.)。關於此蟲之食料，據作者所作食料飼育試驗及田間調查之結果，幼蟲所嗜食之植物，達 13 科，31 種，結果如下表：

表二：幼蟲取食植物之種類

植物種類	學名	科名
萵筍	*Lactuca sativa* var. *angustata* Hort.	菊科

菊芋	*Helianthus tuberosus* L.	菊科
蘿蔔	*Raphanus sativus* L.	十字花科
包頭甘藍	*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*	十字花科
白菜	*Brassica chinensis.* L.	十字花科
芥菜	*Brassica cernua* Thunb.	十字花科
蕃茄	*Lycopersicum esculentum* Mill	茄科
辣椒	*Capsicum frutescens* L.	茄科
茄子	*Solanum melongena* L.	茄科
馬鈴薯	*Solanum tuberosum* L.	茄科
大麥	*Hordeum vulgare* L.	禾本科
小麥	*Triticum vugare* L.	禾本科
玉蜀黍	*Zea mays* L.	禾本科
菜豆（四季豆）	*Phaseolus vulgaris* L.	豆科
豌豆	*Pisum sativum* L.	豆科
黃豆	*Glycine max* Merr.	豆科
落花生	*Arachis hypogaea* L.	豆科
豇豆（豆角）	*Vigna sinensis* Endl.	豆科
苜蓿	*Medicago sativa* L.	豆科
胡蘿蔔	*Daucus carofa* L.	繖形花科
韮菜	*Allium odorum* L.	百合科
黃瓜	*Cucumis sativns* L.	葫芦科
倭瓜	*Cucurbita moschata* Duch.	葫芦科
甘藷	*Ipomoea edulis* Makino.	旋花科
桑樹	*Morus alba* L.	桑科
梨樹	*Pyrus serotina* Rehd.	薔薇科
蘋果	*Malus prunidolia* Borkh.	薔薇科
杏樹	*Prunus armeniaca* L.	薔薇科
月季	*Rosa chinensis* jacq.	薔薇科
葡萄	*Vitis vinidera* Linn.	葡萄科
楡樹	*Ulmus pumila* L.	楡科

（3）幼蟲期之長短　據室內飼育，自幼蟲孵化後，直至化蛹，共得5號，其他因

常加觀察，中途死亡。查1945年5月18日至27日孵化之幼蟲，直至1946年6月28日至7月8日開始化蛹（室外飼育者約遲1月），總計幼蟲在土中生長爲害之期，長達404日至408日，其結果如下表：

表三：幼蟲期之長短

蟲號	孵化期(1945)	化蛹期(1946)	經過日數
1	5月18日	6月28日	407
2	5月21日	6月28日	404
3	5月23日	7月2日	406
4	5月25日	7月5日	407
5	5月27日	7月8日	408

（三）**前蛹期** 幼蟲老熟後，即在土中營造蛹室，蛹室之構造，據室外飼育所得，計分兩種，一爲饅頭形，土室之一面扁平，近中央處有一圓形之孔，直徑1.4公分，至變蛹後，蛹體側臥其中（圖7A.），有圓孔之一面向上，土塊蓋之，一爲橢圓形，土室四週，被土密封，無室孔，蛹室堅實，長約6.5公分，寬約3—4公分（蛹室外測量）內壁光滑，幼蟲曲體蟄伏室內，靜止不動，最初數日，如破其蛹室，仍能活動爬行，但不再取食，據作者等破碎蛹室數個，均未能重行營造新室，結果變蛹困難，中途死亡。關於前蛹期之長短，因觀察困難尚未確定，容續研究。

（四）**蛹期**

（1）化蛹之深度 據作者等於1946年8月24日在室外土中飼育器內掘得之三頭，其深度由1尺8寸至2尺8寸，平均2尺4寸，作者等以爲幼蟲所以深入土中化蛹之原由，因其成蟲羽化後，當年不再出土活動，仍留居土室之內，即在此深度而越冬。倘冬季土面溫度過低，如欲再向下遷移，亦較容易，反之，設化蛹於較淺之土層內，則至冬季，須多一次長距離之遷移，故化蛹於深土，亦其適應環境之一端。況成蟲在土中遷移之能力，遠低於幼蟲，幼蟲藉頭部與胸足及其柔軟之體軀，鑽入土中，輕而易舉，但成蟲則甚感困難。

（2）蛹期之長短 此蟲之蛹，因生活於土室內，不易觀察，如破蛹室，考查其化蛹日期，則蛹因改變其環境，往往不能羽化。玆據室內觀察二蛹之結果，蛹期爲30日至32日。室內飼育之化蛹期與室外飼育者相較，相差月餘室內速而室外遲，其中原因，與環境因子有關。綜合言之，不外兩端：1.室外化蛹，深入土中達2—3英尺，溫

度較低差異甚小，2.室內飼育之瓦罐，盛土僅3—4英寸，幼蟲化蛹最深爲4寸，因此溫度較高，因而在有效溫度範圍內，加速其生長。

(五)成蟲期　據1946年7月下旬的觀察結果，羽化之成蟲，均呈靜止狀態，潛伏土室。作者等爲探悉成蟲在本年內是否出土活動與取食，曾將羽化之成蟲，置之高2尺，直徑1尺之大瓦罐中，然後將瓦缸埋入土中，滿盛泥土，缸面罩養蟲籠，中置月季花及榆樹葉，每日觀察成蟲是否出土活動與取食，結果與室內相同，足證此蟲羽化後不再出土，必須於越冬後，至來春3月及4月間，方能出土活動與交尾。

(1)交尾

A.交尾方法　據作者等1945年3月30日至4月1日的觀察結果(每日下午6時起)，成蟲於每晚至一定之光度時，雄蟲出土後，即作短距之疾飛，離地面尺許，各處尋覓雌蟲，雌蟲出土後，除少數飛行外，大都徘徊或靜止於穴口(穴口略呈圓形，深約5英寸)，間有雌蟲將頭胸露出穴外，而腹部仍在土中者，其狀一若靜候雄蟲之來臨。一俟雄蟲飛來，此時雄雌之動作，可分四個步驟:(1)雄蟲先爬至雌蟲之背面，六足緊抱雌蟲之胸腹部；(2)雌蟲開張生殖孔，雄蟲腹端向下彎曲，伸出生殖器(圖2B.)試探雌性生殖器，與之結合；(3)雄蟲將足放鬆，離開雌體之胸腹部，而仰臥其後，其體與地面約成30度角，後足伸直(圖3A.)。即遇驚擾，亦不活動，僅觸角轉動，顋葉開閉而已，此後一切動作，雄蟲全處於被動地位；(4)接合後，雌蟲稍息，即負雄蟲爬行，漸漸鑽入土穴，雌蟲向下爬行，至雄蟲腹部入土爲止，而露雄蟲之頭胸於土面，約經半小時後，雌蟲再繼續向下爬行，直至雄體完全入土隱匿爲止，雌蟲續向土下爬行之遲早，視當時氣温之高低而不同。

在交尾前，常見雄蟲數頭，爭一雌蟲，多時即聚集成團，往往在樹根附近低窪之處，有雄蟲20餘頭，圍繞雌蟲數頭，我們如將雌蟲置之籠內，常有雄蟲飛集，故雌蟲頗具引誘雄蟲之能力。凡在籠中交尾之蟲，雌蟲負其仰臥之雄蟲，用足攀懸於鐵紗上，頭部向下，雄蟲即倒懸於雌體，雖歷時甚久，雌蟲亦不現疲勞，如加驚擾，雌蟲爬行，但未見中途因此而分離者。

B.交尾時間　據考查10對之交尾時間，最短爲1時50分，最長爲3時30分，平均約2時42分，交尾開始，多在下午日沒後薄暗時，交尾前雌雄活動之期限，20—30分鐘，過此時期如找不到配偶因雌雄均入土靜止，須待翌日，才有機會交配。交尾既畢，雄蟲將生殖器抽出，縮藏於腹內，再翻身徐徐爬行，似於交尾後，作片刻之休息然，此後即靜止。至室外情形，雌雄交尾完畢後，雄蟲是否仍留穴中，其活

動情形,尚待考查。

(2)產卵

A.交尾至產卵經過之日數　雌蟲自交尾後至卵子發育成熟產出時,其間所需之時日,據室內觀察之結果,由22—33日,平均為27.30±3.74日,詳情如下表:

表四:交尾至產卵經過之日數

蟲號	交尾日期	開始產卵日期	經過日數
1	3月27日	4月21日	26
2	27日	22日	27
3	28日	29日	33
4	28日	22日	26
5	28日	27日	31
6	30日	20日	22
7	30日	25日	27
8	30日	24日	26
9	30日	20日	22
10	30日	5月1日	33
平均數±標準差			27.30±3.74

B.產卵數　雌蟲產卵,據飼育觀察,均在日間,以下午5—6時為最盛。產卵土中,深約20—36公分,卵散產,雌蟲產卵時,將球狀之產卵器,突出體外(圖1B.),產一卵後,即將產卵器縮入體內,每日產卵最多為17枚,或每日連續產卵,或隔數日產一次,總計每一雌蟲,一生產卵20枚至44枚,平均為29.90±17.26枚。檢查產卵後死亡之雌蟲,腹內間有遺卵,多者達5枚,如岀計算腹內有遺卵之雌蟲,則其產出卵之百分率為91.73%。又產卵數每日多寡不等,間亦停歇一二日,無一定之規則可言。

(3)食料　此蟲自交尾直至產卵完畢,在此期間,因卵子發育之需要,間亦出土取食,據室內食料飼育試驗之結果,取食植物之葉片,計有7種,詳情如下表:

表五:成蟲取植物之種類

植物種類	學名	科名
榆樹	*Ulmus pumila* Linn.	榆科

月　季	*Rosa chinensis* Jacq.	薔薇科
貼梗海棠	*Sorbaria arborea* Schneid	薔薇科
大珍珠梅	*Chaenomeles lagenaria* Koidg	薔薇科
連　翹	*Forsythia viridissima* Lindl.	木犀科
紫　籐	*Wisteria sinensis* Mig.	荳科
刺　槐	*Robinia pseudoacacia* Linn.	荳科

由上表可見，成蟲與幼蟲之食料，除月季及榆樹外，餘均不同。

（4）交尾後之壽命　多數昆蟲於交尾後，雄蟲不久，即行死亡，雌蟲於產卵後，亦隨之死亡。考查此蟲，自雌雄交尾後壽命之長短，雌雄相差甚大，雄蟲於交尾後，生活日數，由 18—32 日，平均為 23.40±5.82 日，雌蟲為 49.60±4.33 日。雌雄相較，雌蟲之壽命，較雄蟲長 26.20±6.92 日。雌蟲於停止產卵後，約經 10—19 日，即行死亡。室內飼育之蟲體至 5 月 23 日後，雌雄均已死亡，在室外觀察，亦復如是。

（5）成蟲期之長短　茲據 1945 年觀察越冬成蟲，自出土活動交尾直至死亡及 1946 年室內外飼育之蛹，所羽化成蟲之日期，以及 1947 年將此羽化越冬後之成蟲，繼續飼養，直至其死亡，然後統計此蟲自蛹羽化，直至死亡，所經過之日數，即可明瞭成蟲期在生活史中之長短。查歷年氣候，雖有差異，但對此蟲之生活影響（如活動時期，生活日數等），似無太大之差別。

A. 1945 年，雌雄成蟲越冬後之生活日數（自 1 月 1 日算起）：

a. 雄蟲死亡日期——4 月 16 日至 4 月 30 日，共計是年生活日數為 106 日至 120 日左右。

b. 雌蟲死亡日期——5 月 9 日至 5 月 23 日，共計是年生活日數為 129 日至 143 日左右。

B. 1946 年，室內飼育之蛹，自羽化成蟲至越冬——7 月 28 日至 12 月 31 日，共計生活日數為 150 日左右。

總計兩年內成蟲之壽命，雄蟲平均為 263 日左右，雌蟲平均為 286 日左右。

五、生　活　史

此蟲之幼蟲，生長期特長，成蟲次之，卵及蛹期均短。成蟲於 4 月下旬開始產卵，至 5 月中旬孵化，幼蟲在土中越冬，至第二年 6 月下旬老熟，在土中營造蛹室，而成前蛹，至 6 月下旬變蛹，7 月下旬，羽化成蟲。成蟲靜止土中，不出活動，越冬後

至第三年三月間，開始出土活動交尾，至 4 月下旬，再產卵如前。雄蟲交尾後，至遲至 4 月中旬死亡，雌蟲產卵後，至遲於 5 月中旬死亡。故此蟲完成一世代，約需 750 日左右。換言之，需兩年又一個月左右。茲據室內飼育各期蟲態經過之日數，臚列如次：

Ⅰ. 卵 期 ⟶ 27 日左右（4 月下旬 ⟶ 5 月中旬）。

Ⅱ. 幼蟲期 ⟶ 406 日左右（5 月中旬 ⟶ 翌年 6 月下旬）。

Ⅲ. 蛹 期 ⟶ 32 日左右（6 月下旬 ⟶ 7 月下旬）。

Ⅲ. 成蟲期 ⟶ 雌蟲 286 日左右，雄蟲 262 日左右（7 月下旬 ⟶ 翌年 5 月中旬）。

1. 羽化後成蟲休眠期 ⟶ 225 日左右（7 月下旬 ⟶ 翌年 3 月上旬）。

2. 活動交尾至死亡期 ⟶ 70 日左右（3 月下旬 ⟶ 5 月中旬）。

A. 雌蟲交尾後之壽命 ⟶ 49 日左右（3 月下旬 ⟶ 5 月中旬）。

a. 交尾至產卵 ⟶ 27 日左右（3 月下旬 ⟶ 4 月下旬）。

b. 產卵至停止 ⟶ 12 日左右（4 月下旬 ⟶ 5 月上旬）。

B. 雄蟲交尾後之壽命 ⟶ 23 日左右（3 月下旬 ⟶ 4 月中旬）。

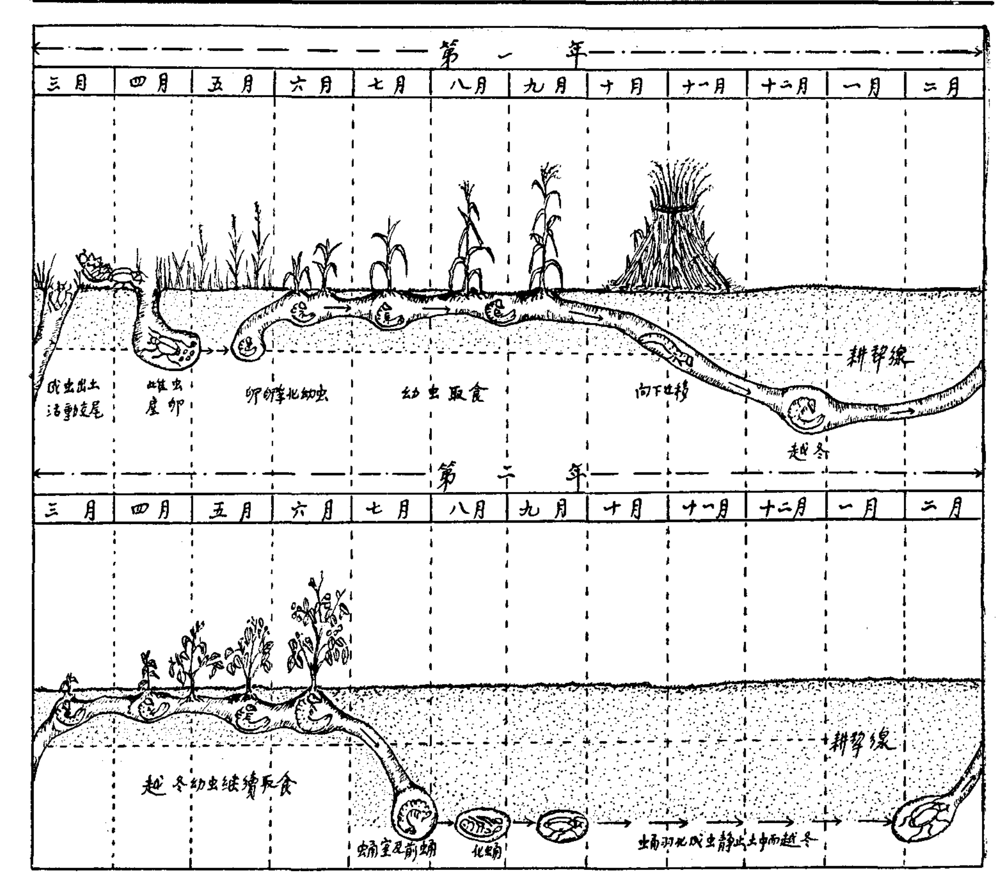
茲將此蟲在兩年內之生活史圖解如下：

六、發生規律調查

(一)卵孵化與土濕之關係 土壤含水量百分之多寡與金龜子卵之發育孵化有關，如土壤過乾，卵體之水分被土粒吸收，卵壳立即開裂，卵質外流，乾縮而死，此與卵期之防治有關。春季耕犂，可使一部份之卵曝露於土面，作者為明瞭金龜子卵孵化時，所需之土壤濕度以及對於土濕感應之界限，曾於 1945 年 4 月 25 日起，作下列試驗，其方法與結果如下：

(1)方法 計分甲乙兩種處理，一為粗砂，一為烘乾碾碎之壤土，分置於直徑 11.5 公分 (cm)，高 2 公分之二重皿中，上加玻蓋，於每皿中盛乾土或粗砂各 50 公分，粗砂之直徑為 0.25－2.0 公厘。然後將不同之水量分為 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、及 40% 八級，再以金龜子同日所產之卵為供試材料，每級用卵 20 枚，散置於土面或砂面，每日稱重一次，視土中或砂中之水分有無蒸發，以維持其原有之含水量。

(2)結果 上述各級之土壤含水量中，除含水量 5% 者，因土粒過乾，新產或



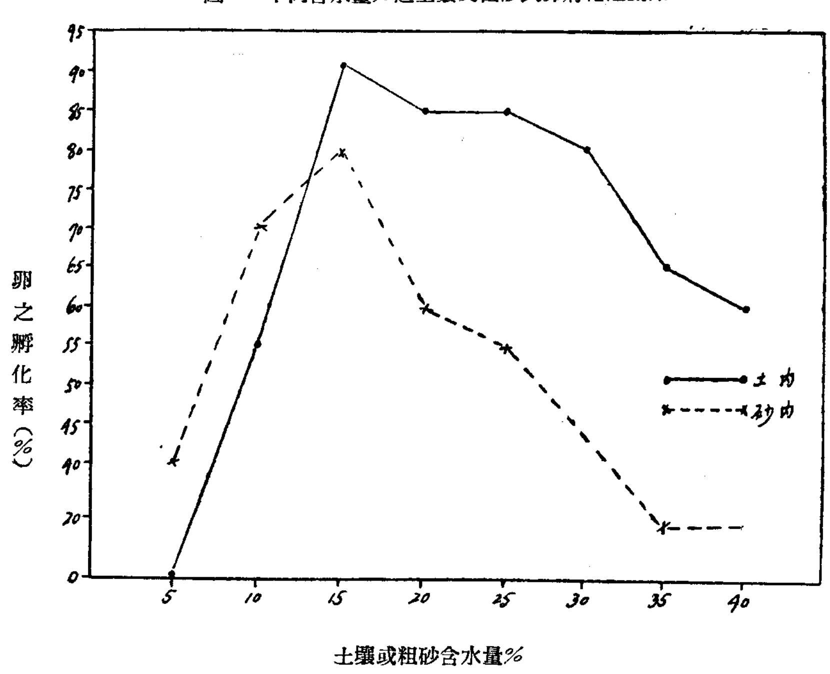
產後 5 日之卵置入後，均先後乾縮死亡外，其餘各級均能發育孵化。在 10% 之土濕中，卵亦有乾縮死亡者，至含水量高達 40% 者，在二重皿中，因濕度過高，易生霉菌，至砂粒中，因砂之吸水力及儲水量與土壤不同，結果亦異，詳情如圖 1。

(二)幼蟲生長與土濕之關係　作者爲明瞭幼蟲，在各種土濕內之生長發育情形，曾作下列之試驗。

(1)方法　先將土壤烘乾碾碎，分裝於塗油彩之小型菜罐內，罐形中間膨大，底及口徑較小，罐高 8.5 公分，口徑 6 公分。每罐盛土 200 克，土中含水量計分 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35% 及 40% 八級，罐口用 8.5 公分直徑之玻璃皿作蓋。每罐內飼育孵化不足二月之幼蟲各一頭(體長約 2.5公分)，每罐中飼以一定量之菊芋 4 枝，計重 3 克，然後稱每罐之總重，逐日觀察與稱重，藉保持各級原有之水分。本試驗於 7 月 8 日開始，分甲乙兩組，以示重複。

(2)結果　凡 5% 以上之土濕，因土粒過乾，粘於蟲體，故蟲入土困難，同時土

圖 1　不同含水量%之土壤及粗砂與卵孵化之關係



粒吸取蟲體水分，幼蟲吐出黑色唾液，經 5 至 8 日即死，屍體硬化乾縮。15% 之土濕，幼蟲活動自如，生活頗適；20%－25% 之土濕，土粒結成大小之團狀，中有間隙，幼蟲亦能活動與生活，至 30% 以上之土濕，幼蟲不能鑽入漿狀之土中，結果終於死亡。此點可示此蟲在地理上之分佈，普通金龜子之發生，東南少而西北多者，土濕亦為一限制因子。

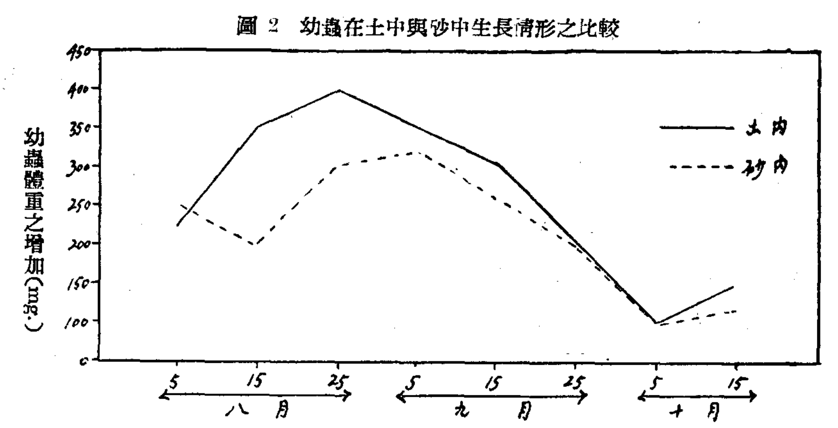
(三)幼蟲生長與土質之關係　為明瞭幼蟲對於土壤性質之適應力，曾作下列試驗：

(1)方法　處理方法計分壤土與粗砂，各盛於口徑 13.5 公分，高 4 公分之大玻璃皿中，泥土用 340 克，粗砂用 500 克，泥土之含水量為 15%，粗砂之含水量為 10%。每皿中飼育大小相同之幼蟲各一頭，以菊芋飼之。自 7 月25日試驗開始後，每隔 10 日各稱幼蟲體重一次，至 10 月 15 日止，計算幼蟲每次所增加之體重而比較之，同時觀察幼蟲在土內與砂內之生長與發育情形，以確定其適應力。

(2)結果　生活於土中之幼蟲，其體重之增加，雖較砂中者為高，但二者並無顯著之差異(圖 2)，故知在砂粒中或砂土中，如有適當之水及食物時，均適於此蟲之生活。作者在砂中飼育之幼蟲，至 1946 年 8 月初旬，已羽化為成蟲，其發育生長

力與土中相同，形態、體色亦無何異。（圖 2）

圖 2　幼蟲在土中與砂中生長情形之比較



（四）成蟲活動與光度之關係　光與昆蟲之活動有密切之關係，凡各種昆蟲在其生活中，各有其適宜之光度。本種金龜子、成蟲性喜弱光，屬於夜出類。至 1945 春季三、四月間，作者等曾在八個晚上，在本院內操場及院外林地進行觀察，如溫度適宜，至一定光度時，成蟲即出土活動，惟活動之時間甚短，由 21－30 分鐘，過此即停止活動。凡雌雄之正行交尾者，均仍入土穴，至未覓得雌蟲之雄蟲，亦不再飛翔，爬行或靜止土面，尋覓土穴，仍入土中。故成蟲之活動，對光度有靈敏之感應，必須在某界限之照度內方行活動，因結合光度計，只能用時間表示。茲將成蟲在盛發期間，每日活動之時間，列表如下：

表六：成蟲活動的時間

觀察日期		活動時間				經過時間（分）
		開始		終止		
月	日	時	分	時	分	
3	28	6	16	6	45	29
	30	6	15	6	45	30
	31	6	16	6	46	30
4	9	6	24	6	45	21
	10	6	22	6	52	30
	11	6	26	6	55	23
	12	6	23	6	48	25
	12	6	29	6	53	24
平均士標準差		—		—		26.50士 3.65

(五)成蟲活動與溫度之關係　溫度爲限制昆蟲活動之重要因子，各種昆蟲均有活動之適溫。本種金龜子成蟲之活動，除有適宜之光度外，必須具有適宜之溫度。在早春成蟲出現之日期，全視溫度之適宜與否。查此蟲出現日期之溫度，全視每日下午平均溫度之高低而定，凡每日下午之平均溫度在 10.3°C 以上時，則出土活動，反之，則隱匿靜止。今統計本院測候所，每日觀測之溫度與成虫出沒日期相對照，三、四兩月甚爲一致，凡每日下午之平均溫度，低於10.3°C 之日期，成蟲均靜止不動。至每日之平均溫度及土溫等，經研究與分析結果，與成蟲出沒，均無何影響，詳情如下圖：

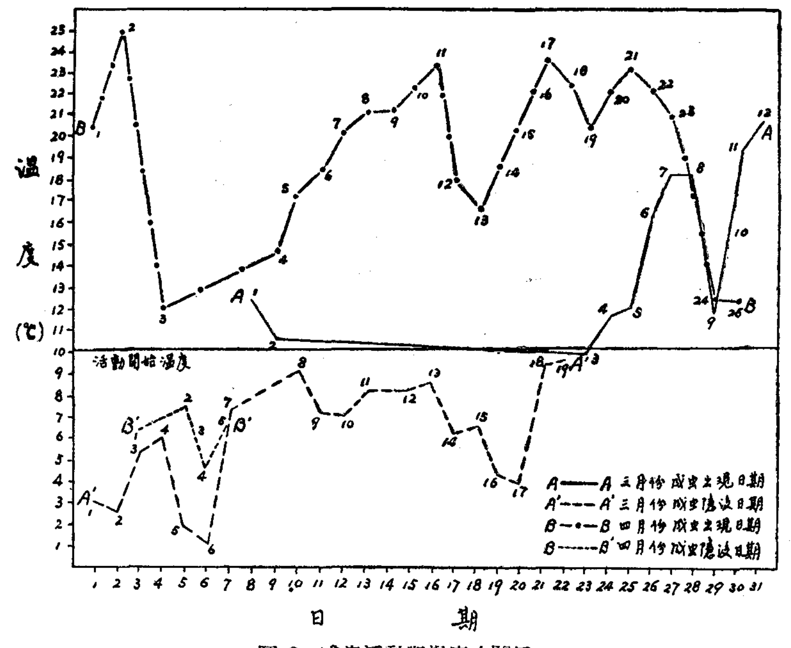


圖 3　成蟲活動與溫度之關係

(六)棲息密度　害虫之棲息密度，乃在某單位面積內害蟲之棲息數，或在某一時間單位內所捕得之蟲數，其密度之大小，常與一地害蟲之猖獗及爲害程度有密切之關係。近世學者，研究某種害蟲發生消長之理論，即根據其世代之始點或終點之棲息密度，再應用數學方法，可推算將來發生之數值，故在害蟲猖獗學 (Epidemiology) 上，頗爲重要。

(1)越冬成蟲密度之調查　作者曾於 1945 年 3 月 5 日至 26 日，在本院之頭道原、二道原及三道原調查土中越冬成蟲之密度。調查環境，計分林地、麥田、果園地、蔬菜地及草地等，於每種不同之環境內，任意分開以繩索取樣若干方丈，然後將

土掘起或耕犂，深約 1 尺，檢查蟲數而記載之，結果如下表：

表七：越冬成蟲密度之調查

地址	調查日期	環境	取樣總計	檢得蟲數		總計	每市方丈內平均蟲數	伸算每市畝內蟲數
				幼蟲	成蟲			
頭道原	3月 5日	草地	2		2	2	1	60
	7日	草地	4	3	50	53	13.25	795
	10日	林地	4	2	12	14	3.50	210
	15日	麥地	3	3	20	23	7.66	459.6
	18日	麥地	2	3	19	22	11	660
二道原	3月11日	苹果園地	26		21	21	0.80	48
	11日	葡萄地	28	1	18	19	0.67	40.2
	12日	苜蓿地	9	2	25	27	3	180
	14日	杏園地	11	2	50	52	4.72	283.2
三道原	3月26日	林地	2		2	2	1	60
平均				—	—	—	4.66	279.60

由上表觀之，成蟲之密度，以普通草地爲最大，每方丈內有 1－13 頭，伸算每市畝內有 60－795 頭，次之爲麥地，每方丈內有 8－11 頭，伸算每市畝內有 460－660 頭，果園內較少之原因，可能與中耕有關。

（2）活動成蟲密度之調查　自 3 月下旬至 4 月上旬，爲此蟲活動之盛期，作者等於 4 月 1 日至 12 日，分別在院內操場草地及院外林地，每次 3 人，在同一環境與同一時間內，各人在固定之範圍內不論靜止地面或飛行者，赤手捕捉，分別進行。結果每人在 13－20分鐘內，能捕捉成蟲 26－173 頭，每人在每分鐘內能捕成蟲，約 2－7 頭，其密度於此可見，詳情如下表：

表八：活動時成蟲密度之調查

發生地	日期	捕捉時間(分)	每人捕捉蟲數(頭)			總計	平均	平均每人每分鐘捕蟲數(頭)	
			1	2	3				
草地	4月 1日	19	53	61	44	158	52.66	2.77	4.34
林地	10日	20	173	143	108	424	141.33	7.06	
草地	11日	18	124	60	—	184	92.00	5.11	
林地	12日	13	39	26	29	94	31.33	2.41	

(七)雌雄比例 據作者等自4月1日至11日，在室外各處所捕得的成蟲，帶回計數後，再一一檢別雌雄，結果知雌雄之比例，相差甚大，結果如下表：

表九：雌雄比例

考查日期 \ 雌雄蟲數 \ 組別 \ 性別		1	2	3	總計	比例
4月1日	雌	5	11	3	19	0.121
	雄	48	50	41	139	0.879
4月10日	雌	2	3	2	7	0.016
	雄	171	140	106	417	0.984
4月11日	雌	8	4	—	12	0.065
	雄	116	56	—	172	0.935
總計	雌	15	18	5	38	0.050
	雄	335	246	147	728	0.950

觀上表，雄蟲極多而雌蟲極少，其雌雄比例爲1:19。以百分率言之，雌蟲僅佔5%，可能解釋有二：(1)雌蟲原較雄蟲發生爲少；(2)雄蟲之活動力大，捕捉時發生技術上之錯誤。究竟孰是，或二者皆是，不能斷定。

七、天敵與防治

此蟲之天敵甚少，據考查土中之各期蟲態，尚未發現重要之寄生昆蟲或食肉昆蟲，僅見成蟲在越冬期間，有一種小蜘蛛，寄生於成蟲之頸部及胸部之背腹兩面，或腹部背面之鞘翅下。體長約1毫米，色白，不甚活動。每一成蟲體上寄生之蜘蛛，多達10餘頭，但對寄主之生長與發育及活動無何影響。

在自然界內，此蟲之最大天敵即爲烏鴉，喜鵲次之，每年於3－4月間，當土中幼蟲或成蟲向上遷移，至離土面4－5寸時，烏鴉即羣集草地，用喙掘土，啄食幼蟲或成蟲。又於每日傍晚，烏鴉常逗留於草地，一若靜候成蟲之出現，終以此時天色薄暗，恰於多數烏鴉離去歸巢之時，成蟲即開始出土活動，彼此相距，僅數分鐘之時間。烏鴉捕食金龜子最顯著之例，即爲農田耕犂之時，於春耕時，常見大羣烏鴉隨犂捕食，故烏鴉對於此蟲之防治，厥功至偉！

防治方法之簡而易舉者厥爲實行適宜中耕。查此蟲自產卵至孵化約需27日左右，卵之深淺，淺者5－6寸(間亦有深達1尺者)，此時如實行中耕，使之暴露於烈

日下，亦可殺死一部份卵。幼蟲及成蟲期甚長，於春、夏、秋三季實行適宜的犂耕，可將幼蟲或成蟲翻至土面，爲鴉鵲所食。一方面結合耕作，一方面利用天敵，爲法之至佳者。

八、總　　結

(一)武功發生之金龜子，種類頗多，棕色金龜子，爲其中發生較多而最普遍之害蟲。幼蟲爲害果樹、蔬菜、林木及一般農作物之根部甚烈，成蟲僅見雌蟲在交尾期後及產卵期間，出土取食植物之葉，雄蟲一生，則尙未見其取食。據室內飼育試驗及室外考查幼蟲之食料與經濟有關者，計 13 科 31 種，調查越冬成蟲之密度，以草地與麥田爲最多，每方丈之面積內，平均有 7－9 頭，伸算每畝內，約有 427 頭至560頭，林地及杏園地次之。

(二)此蟲生活史頗長，完成一世代約需 750 日左右，約合二年又一個月。卵期約 26.62 ± 1.91 日(4 月下旬一 5 月下旬)；幼蟲期約 406±1.96 日 (5 月中旬一翌年 6 月下旬)，前蛹及蛹期約 32 日(6 月下旬一 7 月下旬)，成蟲期，雌蟲約 286 日左右，雄蟲約 262 日左右(7 月下旬一翌年 5 月中旬)。室內飼育者，此蟲之生活史較室外約縮短月餘，原因是由於室內溫度高，各期蟲態之生長因以加速。

(三)越冬成蟲於翌春 3－4 月間，出土活動與交尾，交尾均在土面，雄蟲離地面尺許疾飛，雌蟲大都徘徊穴之附近，活動時間，每次平均 26.5 分，交合後，雌蟲即負雄蟲進入土穴，交尾時間，由 1 時 50 分至 3 時 30 分，平均 2 時 42 分。在此活動交尾時間，雌雄均不取食，交尾後之壽命，雌蟲爲 49.60±4.33 日，雄蟲爲 23.40±5.28 日，雌蟲交尾後，經 27.30±3.74 日，(3 月下旬一 4 月下旬)，即開始產卵。每雌一生之產卵數爲 29.90±17.26 枚，卵散產於土中，深約 20 公分至36公分(室外觀察)，卵之孵化，以上午 6—12 時最盛，卵之孵化率爲 95.80±5.88%。

(四)成蟲出土活動交尾受光度及溫度之限制，光度以日沒後薄暮時，爲其活動之適度，溫度則以每日下午之平均溫度爲最要。凡平均溫度在 10.30°C. 以上時，至光度適宜時，羣出活動；反之隱伏靜止。至一日內之平均溫度及土溫，與成蟲之活動無顯著之影響。查 1945 年三、四兩月，成蟲出現日期之溫度與隱伏靜止日期之溫度，彼此對照，均屬一致。成蟲經交尾期後 (4 月下旬後)，雌雄仍入於靜止時期，雌蟲於交尾後及產卵期間，間亦出土取食。查成蟲活動期間，考查雌雄之性比率爲 0.050:0.950。

(五)試驗卵之孵化與土濕之關係，凡土壤含水量爲 5% 者，不能孵化，10%者，死亡亦高，以 15－25%爲最適，孵化率由 85%－90%，試驗幼蟲生長與土壤含水量之關係，凡土中含水量 3%者，經 4－6 日即死，5%者，經 5－6 日死亡，自 15%－25%，均適其生長發育，自30%－40%者，均不適其生活。故此蟲之分佈，北方多而南方少者，常受土壤濕度之限制。試驗幼蟲之適應力，將幼蟲飼育於 15% 之土壤含水量及 10% 之粗砂含水量中，經 3 個月後(8 月15日—10月15日)，生活於粗砂中之幼蟲，其生長發育雖次於生活於土中之幼蟲，但無顯著之差異。

(六)幼蟲在生活史中，因土溫之高低，每年約於 9月 後，因土面溫度漸降，幼蟲逐漸向下遷移而越冬。入土深度，約 1 尺10寸至 2 尺 1 寸，至翌春二、三月後，因土面溫度漸高，復向上遷移，至離土面 4－5 寸處，繼續取食。幼蟲老熟，入土營造蛹室，經前蛹期而化蛹，蛹室之深度，由 1 尺 9 寸至 2 尺 10 寸。蛹羽化後，成蟲靜止土中越冬，不再出土，須至來春再向上遷移，出土活動。

(七)各期蟲態，尙未發現重要之寄生昆蟲及肉食昆蟲，在自然界中，最大之天敵爲烏鴉及喜鵲，每年三、四月間，烏鴉羣集草地，到處啄食，當農田耕犂時，鴉鵲尤多。防治方面尙待繼續研究，如能實行適時之耕犂，當有助予烏鴉之啄食。

A Preliminary Study on the Brown Scarabaeid (*Rhizotrogus* sp.) in Wukung

By

Woo Ta-Chang and Hseuh Shao-Hsuan

The present paper is a report of two years' study on the brown scarabaeid (*Rhizotrogus* sp.), the most widely distributed insect pest of orchard and forest nuseries, vegetables, potatoes, gisasoles, beans, tomatoes, and nearly all cultivated crops in Wukung, Shensi. This study was carried out as a research project of the Department of Entomology, National North-Western College of Agriculture.

The injury is caused by the larvae or white grubs which feed on the underground parts of host plants. In the adult stage, only the female beetles feed a little on the foliage during the period of laying eggs. The population densities of the overwintering adults, estimated on the basis of 10 square foot lot of soil to the depth one foot, 60-795 adults in one mow of grassland and 459-660 adults in one mow of wheat field.

The life cycle of this scarabaeid requires 2 years for its completion. The adults pass the winter in one year and the larvae in the next year. The larvae period lasted as much as 406.4±1.96 days, and severe damage caused by them occurs in every year. According to the breeding records, the eggs hatched in 26.62±1.91 days. The average percentage of hatching was 97.38±3.21%. The length of the pupal stage is 31 days. The life of the adult lasted about 286 days for the female and 263 days for the male.

The overwintering adult beetles became active, when the mean temperature of the afternoon was higher than 10.3°C from March to April. They leave the soil just at dusk. The male beetles fly near the surface of the ground about one foot high and the female usually stays on the ground, waiting for the male beetle. The act of mating takes from 1.5 hours to 3.5 hours. As a rule, the active time is no more than 30 minutes; when a mate is not found to they return the soil immediately. After copulation, the males die late in April and the females die in the middle of May.

From 22 to 33 days after mating, the female beetle began to oviposite. A maximum of 44, and a minimum of 20, with an average of 29.9±17.6 eggs, were laid in cultivated fields or in grassland from 5 to 8 inches below the surface. Sometimes a few eggs may remain unlaid at death. Oviposition began at the middle of April, and ended in the early part of May. The duration of the oviposition period is about 19 days.

The newly hatched larva, 8.5-10mm. in length, with six prominent legs and strong jaws is white in color, except the mandibles which is yellowish brown. The larva takes food immediately after hatching. They always search food in 5 to 8 inches below the surface. Feeding continues throughout the season of the first year to the end of October, when they burrow deeply into the ground from 19.5 to 21 inches for hibernation. In the next spring, they come up again to the surface at the end of February or March and continue to feed upon the roots, causing severe damage. The mature larvae work their way down on July, and secrete some fluid to glue soil particules together to form oval shaped pupual chambers at a depth from 1 foot and 9 inches to 2 feet and 10 inches. Both prepupal and pupal stages are short. After 32 days, they transform adults at the end of August or the middle of September. The beetles remain in the pupal chambers throughout the winter, until the following spring.

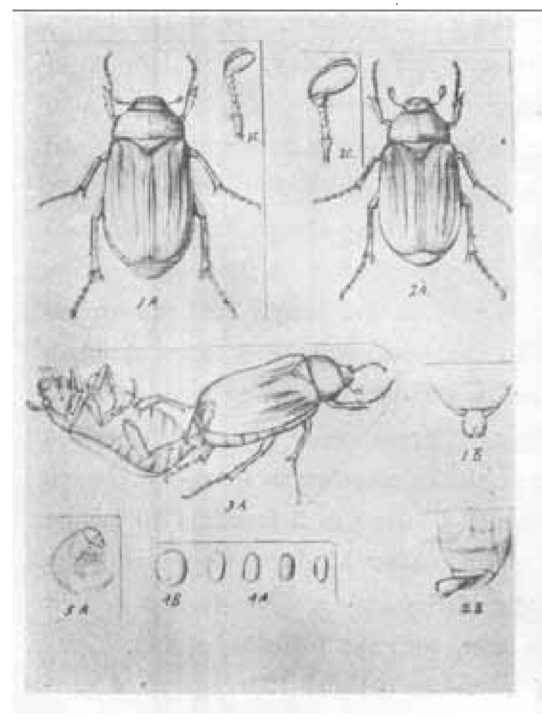
Experiments in which 10 larvae of 2 months old and 150 eggs were rear-

ed in soil of various water contents: 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, and 40%, showed that the soil water contents ranging from 15%-25% seem to be the most suituable for larval development and egg hatching. Soil containing 30-40%, water was unfavorable to the larva, a few grubs usually migrated to the surface. This indicates that the scarabaeid is more adapted to the arid region. The larvae can exist in coarse sand of 10% water content as well as in soil of 15% water content.

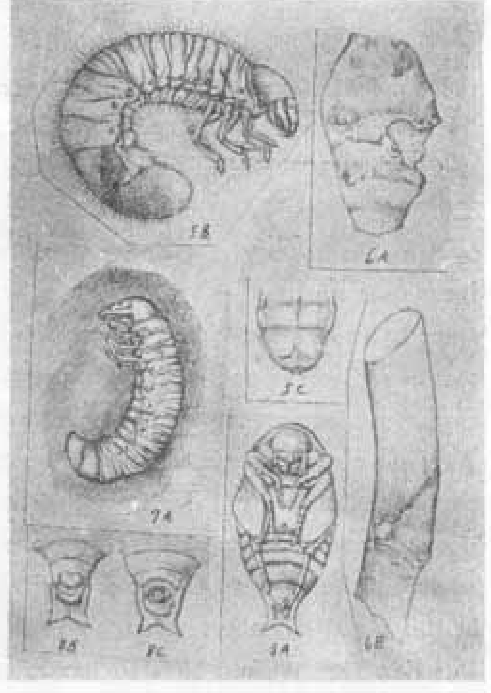
No parasitic or predaceous insects have been found on this beetles except a kind of mite of unknown species, (white in color and 1 mm. in length) which was found on the head and the ventral side of the throax of the underground adults.

The most important natural enemies are the birds, especially crows. When many of the overwintering grubs or adults come up near surface of grassland in spring, crows can dig the soil with its strong beak and pick out the grubs easily. Besides, crows will often follow the plow in infested fields picking up the grubs or adults as they are turned out in the furrow. For controlling the insects, accordingly the timely cultural practice of plowing should be the most effective and practical control measure.

第 一 圖 版



第 二 圖 版



圖版說明

圖版 I

1 A. 雌虫之背面觀.
1 B. 雌虫腹面末端伸出之產卵器.
1 C. 雌虫之觸角.
2 A. 雄虫之背面觀.
2 B. 雄虫腹末伸出交尾器之側面觀.
2 C. 雄虫之觸角.
3 A. 雌雄成虫交尾之側面觀.
4 A. 卵之側面觀.
4 B. 孵化時之卵.
5 A. 新孵化幼虫之側面觀.

圖版 II

5 B. 成長幼虫之側面觀.
5 C. 成長幼虫腹部末端之腹面觀.
6 A. 菊芋根之被害狀.
6 B. 蘋果根之被害狀.
7 A. 土室內之前蛹.
8 A. 雄蛹之腹面觀.
8 B. 雌蛹腹面之尾端.
8 C. 雄蛹腹面之尾端.